



11/000101

91-458

DC  
#2  
1.23.92

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Application of: Heikki ILVESPA  
Serial No.:  
Filed: Simultaneously  
For: METHOD AND APPARATUS FOR  
REDUCTION OF CURLING OF PAPER  
IN THE DRYING SECTION OF A  
PAPER MACHINE

LETTER RE PRIORITY

Hon. Commissioner of  
Patents and Trademarks  
Washington, D.C. 20231

December 13, 1991

Sir:

Applicant hereby claims priority of Finnish patent  
application No. 906216, filed December 17, 1990, a certified copy  
and sworn English translation of which are enclosed herewith.

Respectfully submitted,

STEINBERG & RASKIN

By: Clifford M. Davidson  
Clifford M. Davidson  
(212) 768-3800

Steinberg & Raskin  
1140 Avenue of the Americas  
New York, New York 10036

CMD:as

BEST AVAILABLE COPY

PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS

THE NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki

08.10.1991

68732

LEIMAVERO - STAMPELSKATT

18.10.91



mk 225.00

307

HELSINKI

HELSINGFORS

Hakija  
Applicant

Valmet Paper Machinery Inc.  
Helsinki

Patenttihakemus nro  
Patent application no

906216

Tekemispäivä  
Filing date

17.12.1990

Kansainvälinen luokka  
International class

D 21 F 5/04

Keksinnön nimitys  
Title of invention

"Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla ja sitä soveltava  
kuivatusosa paperin käyristymisen vähentämiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja  
jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan  
annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksesta.

This is to certify that the annexed documents are true  
copies of description, claims, abstract and drawing,  
originally filed with the Finnish Patent Office.

Toimistos sihteeri

*Marketta Huttunen*  
Marketta Huttunen

Leimavero 225,- mk

Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla ja sitä soveltava

kuivatusosa paperin käyristymisen vähentämiseksi

Förfarande på torkningspartiet av en pappersmaskin

5 och torkningsparti för tillämpning av detta för att  
minska på krökningen av papperet

Keksinnön kohteena on menetelmä paperikoneen kuivatusosalla, etenkin

10 paperin käyristymistäipumuksen vähentämiseksi, jossa menetelmässä paperirainaa kuivataan kuivatussylintereillä, joiden kuumennettua pintaa vasten paperirainaa painetaan kuivatusviiralla, ja jossa kuivatusosassa käytetään kuivatussylinteriryhmiä, joissa sovelletaan kaksiviiravienttiä ja/tai yksiviiravienttiä.

15

Lisäksi keksinnön kohteena on keksinnön menetelmän toteuttamiseen tarkoitettu paperikoneen kuivatusosa, joka käsittää yhden, tai sopivimmin useita peräkkäisiä kuivatusryhmiä, jotka koostuvat kuivatussylintereistä ja viiranjohtoteloista ja/tai kääntösyntereistä ja jossa kuivatusosassa käytetään yksiviiravienttiä ja/tai kaksiviiravienttiä.

20

Ennestään tunnetusti paperikoneen kuivatusosassa käytetään yksiviiravienttiä ja/tai kaksiviiravienttiä. Yksiviiravienttiä, jossa kuivatusviira tukee rainaa myös sylinteririvien välisillä vedoilla, käytetään yleensä kuivatusosan alkuosassa. Yksiviiravienttiä voidaan käyttää myös koko kuivatusosan pituudella.

25

Viime aikoina ovat yleistyneet sellaiset yksiviiraviennillä varustetut kuivatusosat, joissa ylä- tai alasyntereinä ovat höyryllä kuumennetut kuivatussylinterit, joita vasten raina tulee välittömään kontaktiin kuivatusviiran painamana ja ala- tai yläsyntereinä ovat sisäisellä imulla varustetut sylinterit, esim. hakijan ns. "VAC-ROLL"-(" - tavaramerkki)-sylinterit. joiden rei'itetyn vaipan kautta alipainevaikutus kohdistetaan kääntösynterinin sisätilasta sylinterivaippaa kiertävään uritukseen. Mainitulla alipainevaikutuksella pidetään rainaa kiinni kuivatusviirassa rainan joutuessa kääntösyntereillä ulkokaarten puolelle. Samalla pyritään estämään rainan poikittaista kutistumista kuivatuksen edistyessä.

30

35

Tyypillisesti monisylinterikuivattimessa on 5-8 viiraryhmää ja kuiva-  
tulososan alkupäässä olevat ryhmät ovat normaalisti lyhyempiä kuin loppu-  
pään ryhmät.

5

Keksintöön lähiten liittyvän tekniikan tason osalta viitataan FI-hake-  
mukseen 793920, FI-kuulutusjulkaisuun 70277 ja DE-patenttiin 1183775.  
Näissä julkaisuissa on esitetty erilaisia paperiradan kosteusprofiloin-  
tilaitteita, joita ei kuitenkaan käytetä paperin paksuussuuntaisen  
10 anisotropian eikä käyristymistäipumuksen hallintaan.

Kuten tunnettua, paperirainan reunaosat kuivuvat paperikoneen kuiva-  
tulosassa kuivemmiksi kuin rainan keskialue. Tätä kosteusprofiilivir-  
hettä korjataan yleisesti mainitun pääkuivatusvaiheen jälkeen joko  
15 kuivattamalla keskialuetta lisää vyöhyke-infrapunasäteilijöillä tai  
kostuttamalla reunoja vyöhyke-vesisumutuksella. Nämä kummatkin tunnetut  
tavat lisäävät reunojen suhteellista löysyyttä keskiosaan nähden.

Paperin poikki- ja paksuussuuntaiset kireysprofiilit ovat paperin kos-  
teusprofiileista riippuvaisia. Paperin kireys kuivatuksessa taas vai-  
kuttaa paperin ominaisuuksiin. Vaikuttamalla paperin kosteusprofiiliin  
esim. kuivatuksen aikana muutetaan samalla myös paperin ominaisuuksia.  
Paperin ominaisuudet esim. vetolujuus kehittyvät voimakkaasti noin  
75-98 % kuiva-aineessa. Näin ollen kireysprofiileilla nimenomaan kuiva-  
25 tuksen loppuvaiheessa on suuri merkitys paperin loppuominaisuuksien  
kannalta.

Paperikoneen kuivattaessa rainaa epätasaisesti sen poikkisuunnassa  
aiheutuu tästä mm. epätasaista jännitystä rainaan. Epätasainen jänni-  
30 tysprofiili tarkoittaa esimerkiksi sitä, että paperikoneelta valmistu-  
van paperirainan reuna on löysempi kuin rainan keskiosa, mikä on ylei-  
nen tilanne. Mittauksin on todettu, että jännityksen poikkiprofiilissa  
esiintyy myös rainan keskiosissakin huippuja ja laaksoja, t.s. kireäm-  
piä ja löysempiä vyöhykkeitä.

35

Paperikoneen jälkeisissä rainan käsittelyvaiheissa rainan jännitysprofiiliin saattaa epätasaisuus aiheuttaa merkittäviä käsittely- ja ajovaikeuksia esimerkiksi asiakasrullan rakenteen hallinnassa, rynkynmuodostuksena, katkoina ja painokoneen kohdennusongelmina.

5

Paperirainan löysää reunaa voidaan selittää kolmella tunnetulla tekijällä: ensimmäiseksi tavanomaisessa sylinterikuivausryhmässä rainan reunat kuivuvat nopeammin kuin keskusta; toiseksi veden turvottamat kuidut ja paperirainan kutistuvat kuivatuksen edistyessä. Tämä kutistuminen on erityisen voimakasta kuiva-ainealueella n. 65-95 %; kolmanneksi paperin muodonmuutos on kosteana pääasiallisesti plastista, kun taas kuivemman paperin voima-venymäkäyttäytyminen on suurelta osin elastista. Täten kosteaan paperiin aiheutettu muodonmuutos, kuten venytys, jää valtaosin pysyväksi, kun taas kuivemman paperin venymä suurelta osin palautuu ja häviää voiman poistuessa.

Paperin käpristymisen on eräs sen negatiivinen laatutekijä. Paperin, etenkin hienopaperin, käpristymistäipumuksen vähentämisestä on tullut entistä tärkeämpi uusien paino- ja kopiomenetelmien myötä, joissa menetelmissä paperi äkillisesti kuumennetaan yleensä toispuoleisesti niin, että paperiin eri syistä jääneet sisäiset jännitykset purkautuvat sen käpristymisenä. Paperin käpristymistäipumukseen vaikuttavat sekä paperin rakenteen eri ominaisuuksien kuten kuituorientaation, täyteainekautuman ja tiheyden anisotropiat ja kuivatuksen aikana paperiin syntyvät anisotropiat sekä paperin tason suunnassa että z-suunnassa.

Epäkohtana edellä selostetuissa yksiviiravientiryhmissä on se, että ne eivät kuivata paperia symmetrisesti, vaan kuivatusvaikutus kohdistuu enemmän sitä paperin pintaa vasten, joka tulee välittömään kontaktiin kuumennettuja kuivatussylinterejä vasten. Tämän epäsymmetrisen kuivatuksen vuoksi on viime aikoina ryhdytty käyttämään sellaisia yksiviiraviennillä varustettuja kuivatusryhmiä, joissa tietyt ryhmät, esim. joka toinen ryhmä on ns. käännetty ryhmä, jossa höyryllä kuumennetut alasyylint rit ovat alarivissä ja kääntösyylinterit ylärivissä. Käännettyissä ryhmissä esiintyy kuitenkin vaikeuksia hyllynpoistossa, koska kuivatussyylinterien vapaat sektorit eivät avaudu alaspäin, kuten normaaleissa

ryhmissä, vaan ne muodostavat alapuoleltaan suljettuja taskuja. Ongelmia aiheuttavat myös mainituissa käännetyissä ryhmissä kuivatussylinterin niiden tilojen tuuletus, jotka jäävät kääntösylinterin väleihin sekä vapaiden kuivatussylinteripintojen yhteydessä olevien suppenevien

5 kiilatilojen paine-erot ympäristöihinsä nähden.

Eräs tekijä, joka olennaisesti vaikuttaa paperin käyristymiseen, on paperin toispuoleinen kuivatus. Perinteisellä kaksiviiraviennillä varustetuissa kuivatusosissa raina on kuivattavissa tasatahdissa molemmin

10 puolin ja kuivatuksen tasaisuuteen voidaan vaikuttaa ja paperin käyristymistaipumusta estää säätämällä ylä- ja alasylintereiden höyrynpaineita. Uudella yksiviiravientikuivatusosakonseptilla mainittu tasatahtinen kuivatus ja säätömahdollisuus eivät ole toteutettavissa. Toispuoleista kuivatusta pyritään estämään käännettyjen kuivatusryhmien

15 avulla, joiden edellä mainitut puhdistettavuusongelmat kuitenkin huontavat paperikoneen ajettavuutta.

Kalanteroinnin yhteydessä on ennestään tunnettua käyttää paperiin kohdistettua höyrysuihkutusta, jonka vaikutus perustuu paperin kuitujen

20 jännitysten relaxoitumiseen lämmön ja kosteuden vaikutuksesta. Kalanterointivaiheessa ei kuitenkaan enää ole mahdollista poistaa kaikissa tapauksissa riittävän tehokkaasti paperin käyristymistaipumuksia.

Esillä olevan keksinnön yleistarkoituksena on aikaansaada uusia ratkaisuja edellä kosketeltuihin ongelmiin.

25

Keksinnön erityistarkoituksena on aikaansaada sellainen paperivalmistusmenetelmä ja paperikoneen kuivatusosa, jota käyttäen voidaan valmistaa entistä mittapysyvämpää paperia aikaisempaa edullisemmin.

30

Keksinnön lisätarkoituksena on aikaansaada sellainen menetelmä ja paperikoneen kuivatusosa, jossa voidaan suorittaa myös paperin sekä koneetta poikkisuuntaista profilointia entistä edullisemmin.

35 Keksinnön lisätarkoituksena on myös edullisesti vaikuttaa valmistettavan paperin kireysprofiiliin. Näiden seikkojen tarkemman selvityksen

osalta viitataan hakijan aikaisempaan FI-patenttihakemukseen 902805 (jätetty 5.6.1990).

5      Keksinnön ei-välttämättömänä lisätarkoituksena on aikaansaada sellai-  
nen menetelmä, joka osaltaa mahdollistaa sellaisen yksiviiraviennillä  
varustetun kuivatusosan toteutuksen, jossa ei ole lainkaan käännettyjä  
viiraryhmiä eikä niissä ilmeneviä hylynkäsittely- ja ilmastointiongelmia.  
Korostettakoon kuitenkin, että edellä sanottu ei tarkoita sitä,  
etteikö keksintöä voitaisi soveltaa myös käännetyissä yksiviiraryhmissä.  
10     sä.

Edellä esitettyihin ja myöhemmin selviäviin päämääriin pääsemiseksi  
keksinnön menetelmälle on pääasiallisesti tunnusomaista se, että  
kuivatusosalla paperirainan olennaisesti koko leveydelle syötetään  
15     kuumaa vesihöyryä, jolla paperirainan kuidukkoon syntyneitä tai synty-  
mään pyrkiviä jännityksiä relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden  
syntyalueella tai olennaisesti välittömästi sen jälkeen.

Keksinnön mukaiselle kuivatusosalle on puolestaan pääasiallisesti tun-  
nusomaista se, että kuivatusosalle on sijoitettu yksi tai useampi höy-  
rynsyöttölaatikko, jotka/joka ulottuu höyrykäsitteltävän paperirainan  
olennaisesti koko poikittaiselle leveydelle ja joka höyrylaatikko/-  
höyrylaatikot on yhdistetty höyrylähteeseen ja että höyrylaatikko/-  
höyrylaatikot käsittävät vastepinnan, joka muodostaa sen tuntumassa  
25     kulkevan paperirainan vapaan pinnan kanssa kosketuksettoman höyrykäsittelyvälin.

Keksinnössä paperin relaksoituminen perustuu rainan ominaisuuksien  
tasaamiseen sillä, että tehdään hallittu muutos paperirainan ominai-  
30     suuksiin (hehkutuksen tapaan), millä säädetään paperi entistä tasalaa-  
tuisemmaksi. Keksinnön mukaisessa ratkaisussa tämä hallittu muutos  
toteutetaan kosteuden ja lämpötilan avulla.

Keksinnön avulla paperin käyristymistäipumusta aiheuttavat "virheet"  
35     korjataan niiden syntymisalueella tai olennaisesti välittömästi sen

jälkeen, jolloin korjaus voidaan tehdä entistä edullisemmin ja tehokkaammin.

- Keksintöön voidaan edullisesti liittää paperin profilointi etenkin
- 5 poikkisuuntaisen käyristymäprofiilin ja kosteusprofiilin hallinta niin, että paperi saadaan kulkemaan kuivatusosan läpi olennaisesti tasaisen käyristymä- ja kosteusprofiilin omaavana, jolloin myös rainan epätasaisesta jännityksestä johtuvat epäkohdat voidaan välttää (kts. hakijan em. FI-hak. 902805).
- 10 Erityisen edullisesti keksinnössä käytetty höyrylaatikko sijoitetaan positioon, jossa höyrykäsitteltävä paperiraina kulkee imusylinterin tai -telan imusektorin yli.
- 15 Esillä olevan keksinnön mukaisella vesihöyrykäsittelyllä hallitaan jatkuvana prosessina rainan paksuussuuntaista anisotropiaa aikaansaamalla höyrykäsittelyn avulla paperiin tai sen pintaan määrätty lämpötila- ja kosteustaso niin, että riittävää relaksaatiota paperissa tapahtuu.
- 20 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisesti viittaamalla oheisen piirustuksen kuvioissa esitettyihin keksinnön eräisiin suoritustuotoihin, joiden yksityiskohtiin keksintöä ei ole mitenkään ahtaasti rajoitettu.
- 25 Kuvio 1 esittää kaaviollisena sivukuvana osuutta paperikoneen kuivatusosasta, jossa sovelletaan keksinnön mukaista menetelmää ja laitetta.
- Kuvio 2 esittää keksinnön menetelmän sovellusta yksiviiraviennissä.
- 30 Kuvio 3 esittää keksinnön sovellutusta kaksiviiraviennissä.
- Kuvio 4 esittää aksonometrisenä kuvantona erästä keksinnössä sovellettavaa höyrylaatikkoa.
- 35



Kuvio 5A esittää graafisesti lämpötilan erästä esimerkkiä jakautumasta paperin ylä- ja alapinnalla kuvioon 2 merkittyjen kohtien A,B,C ja D välisillä alueilla.

- 5 Kuvio 5B esittää kuviota 5A vastaavasti paperissa tapahtuvaa höyrystystä ja kondensoitumista em. alueilla A-D.

- Kuviossa 1 on esitetty paperikoneen monisyylinterikuivattimen ryhmävalin  $R_1$ - $R_2$  aluetta. Ensimmäinen ryhmä  $R_1$  on ns. käännetty sylinteriryhmä, jonka alhaaltapäin suljetuissa välitiloissa  $T_0$  on aiemmin esiintynyt hylynkäsittely- ja kosteudenpoisto-ongelmia. Jälkimmäinen ryhmä  $R_2$  on ns. normaali ryhmä, jossa kuivatussyylinterit 20 ovat ylärivissä. Edellisessä ryhmässä  $R_1$  käytetään kuivatusviiraa 11, joka kulkee polveillen kuivatussyylinterin 10 ja kääntösyylinterin 12 yli niin, että raina W tulee välittömään kontaktiin kuivatussyylinterien 10 kuumennettuja pintoja 10' vasten. Kuivatussyylinterit 10 ovat alarivissä ja kääntösyylinterit 12 ylärivissä. Kääntösyylinterit 12 ovat rei'itetyllä uravaipalla 13 varustettuja imusylinterejä, esim. hakijan tavaramerkillä "VAC-ROLL"-tela markkinoimia sylinterejä.
- 20 Kuivatussyylinterien 10 sileitä pintoja 10' vasten toimivat kaavarin 14 terät 15. Välitilojen  $T_0$  ilmastoimiseksi niihin puhalletaan ilmaa puhallusputkista 17. Lisäksi käytetään tulonipeissä  $N+$  puhalluslaitteita 16, joilla vähennetään tai estetään ylipaineen indusoitumista näihin nippeihin  $N+$ . Ryhmävalissa  $R_1$ - $R_2$  johtotelan 18 jälkeen raina W siirretään viiralta 11 siirtoalueella NS johtotelalle 28. Ryhmässä  $R_2$  kuivattava raina W ohjataan johtotelan 29 ohjaaman kuivatusviiran 21 kannatuksessa kuivatussyylinterien 20 ja imusylinterien 22 yli. Ryhmässä  $R_2$  on terillä 25 varustetut kaavarit 24 ja puhalluslaatikot 26 ja 27. Koska sylinterien 20 alapuoliset välitilat  $T_1$  avautuvat alaspäin, ei hylynkäsittely-ongelmia "normaalissa" ryhmässä  $R_2$  ole.
- 30

Edellä on selostettu sinänsä ennestään tunnettua kuivatusosaa esillä olevan keksinnön taustaksi ja sovellusympäristöksi.

Kuviossa 1 on esitetty käytettäväksi ryhmäväliviennissä  $R_1$ - $R_2$  sekä käännetyt ryhmät  $R_1$  kuivatusviiran 11 johtotelan 18 että normaalin ryhmän johtotelan 28 yhteydessä höyrylaatikkoja 30A ja 30B, joiden käsittelyvälin 31 kautta rainan W koko leveydelle kohdistetaan keksinnön mukainen, poikkiprofiililtaan säädettävä ja jännityksiä relaksoiva oleva höyrykäsittely, jota myöhemmin selostetaan tarkemmin.

Kuviossa 2 näkyy keksinnön mukaisen höyrylaatikon 30 sovellus yksiviiraviennissä imusylinterin 22 yhteydessä. Imusylinterin 22 yhteyteen on keksinnön mukaisesti sijoitettu höyrylaatikko, jolla rainan W koko leveydelle kohdistetaan höyrykäsittely, jolla relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla (vrt. höyrysilitysrauta-efekti) rainaan W syntymään pyrkiviä jännityksiä. Höyrylaatikkoa 30 voidaan samalla käyttää rainan W poikittaisen käyristymä- ja kosteusprofiilin hallintaan niin, että raina W etenee koko kuivatusosan läpi mahdollisimman tasaisin profiilein niin, ettei kireyseroja synny.

Imusylinterinä 22 käytetään sopivimmin hakijan tavaramerkillä "VAC-ROLL" markkinoimaa sylinteriä, jonka vaipassa on rei'itys, joka avautuu sylinterin 22 vaippaa kiertävään uritukseen 23. Sylinterin 22 sisätiloihin saadaan alipaine, joka leviää vaipan rei'ityksen ja urituksen kautta sylinterin kehälle. Tämä alipaine voi osaltaan jossain määrin edistää höyrylaatikon 30 höyrykäsittelyn tunkeutumista rainaan sen paksuussuunnassa. Kuvioon 2 on kaaviollisesti lohkona 50 esitetty höyrykehityslaitteita, joista putken 35 kautta syötetään höyryvirta S höyrylaatikkoon 30.

Keksinnön edullisessa sovellusmuodossa toteutetaan sellainen kuivatusosa, jossa käytetään yksiviiravientiryhminä vain ns. normaaleja ryhmiä, joissa kuumennetut kuivatussylinterit, joiden pintaa vasten raina W tulee välittömään kontaktiin ovat ylärivissä kuten kuviossa 1 ryhmän  $R_2$  sylinterit.

Kuvio 3 esittää keksinnön sovellusta kaksiviiraviennin alueella. Kuvion 3 mukaisesti kuivatusosa käsittää kaksi päällekkäistä riviä höyryllä kuumennettuja kuivatussylinterejä 10A ja 10B sekä yläviiran 11A ja ala-

viiran 11B. Viirat 11A ja 11B ovat sylinterin 10A, 10B lomiin sijoitet-  
tujen johtotelojen 12A ja 12B ohjaamia niin, että rainalla W on vapaat  
vedot W<sub>p</sub> sylinteririvien välillä. Näille vapaille vedoille on kuvion 3  
mukaisesti sijoitettu kaksi vastakkaista höyrylaatikkoa 30C ja 30D,  
5 joilla rainaa W höyrykäsittellään koko leveydeltään molemmin puolin kek-  
sinnön mukaisesti kosketuksettomien käsittelyvälien 31C ja 31D kautta.

Kuvioon 4 viitaten selostetaan eräs esimerkki keksinnössä sovelletta-  
vaksi höyrylaatikoksi 30. Höyrylaatikko 30 käsittää vastelevyn 32,  
10 jonka kaarevuussäde R vastaa sen sylinterin 12;22 tai telan 18;28 kaa-  
revuussädettä, jota vasten ko. höyrylaatikko 30 sijoitetaan toimimaan.  
Höyrylaatikossa 30 on vastelevyyn 32 kiinnitetty kotelo-osa 33, jossa  
on lämpöeriste 34. Höyrylaatikkoon 30 tuodaan sopivan lämpötilan omaa-  
vaa höyryä yhteiden 35A ja 35B välityksellä tuloputken 35 kautta nuol-  
15 ten S<sub>1</sub> ja S<sub>2</sub> suunnassa. Putken 35 sisällä on koaksiaalisesti toinen  
putki 36, johon yhde 35B (höyry S<sub>2</sub>) avautuu. Ulkoputkessa 35 on sarja  
suutinreikiä 35a, jotka avautuvat höyrylaatikon 30 koko leveydelle  
ulottuvaan tilaan 35b, ja yhteen 35A kautta syötetty höyry (S<sub>1</sub>) purkau-  
tuu nuolten S<sub>3</sub> suunnassa tilaan 35b ja siitä edelleen vastelevyssä 32  
20 olevien lukuisten suutinreikien 36 kautta vaikuttamaan rainaan W sen  
vapaata ulkopintaa vasten.

Kuvion 4 mukaisesti suutinreikien 36 kautta suoritetaan höyryn perus-  
syöttö ilman poikkiprofilointia. Höyrynsyötön poikkiprofilointi toteu-  
25 tetaan sisäputken 36 kautta syötetyllä höyryllä (nuoli S<sub>2</sub>). Sisäputken  
36 yhteydessä on säätöpalkki 37, jossa on sarja suuttimia 38. Suutti-  
missa on säätökarat 39, joita säädetään säätöruuvien tai säätömootto-  
reiden 39a avulla. Suuttimien 38 kautta syötetään palkissa 37 olevan  
yhteen 38a välityksellä säädettävät höyrymäärät nuolten S<sub>3</sub> suunnassa  
30 höyrylaatikon säätölohkojen 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub> kautta. Säätölohkoja 40 erottavat  
toisistaan konesuuntaiset pystyväliseinät 42. Säätölohkoista 40<sub>1</sub>...40<sub>N</sub>  
höyry syötetään vastelevyn 32 suutinaukkosarjojen 41<sub>1</sub>...41<sub>N</sub> kautta vai-  
kuttamaan vastassa olevaan rainaan W. Säätömoottorin 39a sarja voidaan  
tarvittaessa yhdistää säätöjärjestelmään, sopivimmin takaisinkytkettyyn  
35 säätöjärjestelmään, jossa takaisinkytkentäsignaalien sarja saadaan

rainan W ominaisprofiileja esim. kosteusprofiileja mittaavilta sinänsä tunnetuilta laitteilta (ei esitetty).

Keksinnön toimintaperiaatteen mukaisesti kuivattavana olevaan paperi-  
 5 rainaan W syötetään höyrylaatikolla 30 tai höyrylaatikoilla höyryä, jolla vaikutetaan paperin paksuussuuntaisten (z-suuntaisen) ominaisuuksien jakautumaan ja gradientteihin. Höyrykäsittelyllä saadaan relaxoitua rainaan W syntyviä tai syntymässä olevia jännityksiä niiden syntymisalueella tai välittömästi näiden alueiden jälkeen, jolloin relaxointi on erityisen tehokasta. Täten paperista saadaan vähemmän käyritymiselle altista sitä esim. laserkopioitaessa. Keksinnön mukaisella menetelmällä ja laitteella voidaan samalla tasata rainan W poikittaista käyritystä ja kosteusprofiilia, millä saadaan aikaan entistä tasaisempi kuivatustulos loppukuivatuksessa sekä entistä parempi koneen käytettävyys, koska esim. kireyseroista johtuvia rainakatkoja ilmenee aikaisempaa vähemmän.

Keksinnön mukaisia höyrylaatikoita 30 voidaan sijoittaa tarpeellinen määrä pitkin kuivatusosaa. Hyödyllisimmät keksinnön mukaiset höyrylaatikot ovat kuivatusosan loppupäässä käytettyinä. Erityisen hyvin keksinnön menetelmä ja laite soveltuvat käytettäväksi kuivatusosalla alueella, jossa rainan kuiva-ainepitoisuus  $ka$  on alueella  $ka = 70...98 \%$ , sopivimmin alueella  $ka = 80...95 \%$ . Sopivimmin keksintöä sovelletaan yksiviiraviennillä varustetuissa kuivatusryhmissä,  
 25 vaikka kaksiviiravienti ja jopa kaksipuoleiset sovellukset eivät ole keksinnön piiristä poissuljettuja.

Keksinnön avulla on edullisesti toteutettavissa sellainen kuivatusosa, jossa yksiviiravientiryhminä käytetään vain sellaisia "normaaleja"  
 30 ryhmiä, joissa kuumennetut kuivatussylinterit 20 ovat ylärivinä, jolloin ilmastointi- ja hyllynkäsittelyongelmia ei esiinny. Keksintö osallaan mahdollistaa sellaisen täysin suljetulla viennillä varustetun kuivatusosan toteuttamisen, jossa kuivatusosa koko pituudeltaan on toteutettu mainituin "normaalein" yksiviiravientiryhmin. Erityisen  
 35 edullinen tällainen kuivatusosa on hyvin nopeilla paperikoneilla, jois-

sa suljettu vienti on paperikoneen ajettavuuden kannalta erityisen hyödyllinen.

Kuviot 5A ja 5B esittävät  $110^{\circ}\text{C}$ :n höyryn vaikutusta  $50 \text{ g/m}^2$  sanomalehti-  
5 paperiin rainan W nopeuden ollessa  $1500 \text{ m/min}$ .

Kuvio 5A esittää paperirainan W lämpötilaa T kuvion 2 mukaisessa höyry-  
käsittelyssä sylinterien 20 ja 22 alueella A-D. Kokoviivalla piirretty  
käyrä  $T_1$  esittää paperin pohjapuolen siis sen puolen lämpötilaa, joka  
10 tulee suoraan kosketukseen kuivatussylinterin 20 pinnan 20' kanssa, ja  
pisteviivalla esitetty käyrä  $T_2$  vastakkaisen puolen (päälyllyspuolen)  
lämpötilaa. Kuten käyrien  $T_1$  ja  $T_2$  alueelta A-B selviää, paperin pohja-  
puolen ( $T_1$ ) lämpötila on suurempi kuin päälyllyspuolen ( $T_2$ ), lämpötila-  
eron ollessa merkittynä  $\Delta T_1$ :llä. Alueella B-C, jossa raina W siirtyy  
15 kuivatussylinteriltä 20 kääntösylinterille 22, pohjapuolen lämpötila  $T_1$   
laskee tämän puolen vapaalta pinnalta, siis kuivatusviiraan 21 nähden  
vastakkaiselta pinnalta, tapahtuvan voimakkaamman haihdutuksen vuoksi  
jyrkemmin kuin vastakkaisen pinnan lämpötila  $T_2$ . Näin ollen pisteessä C,  
jossa tullaan keksinnön mukaiselle höyrylaatikon 30 vaikutusalueen C-D  
20 alkuun, joka on sylinterin 22 rei'itettyä ja uritettua imupintaa 23  
vastassa, pohjapuolen lämpötila  $T_1$  on jonkun verran matalampi kuin pin-  
tapuolen lämpötila  $T_2$  (piste C). Tämän jälkeen laatikon 30 höyrykäsit-  
telyalueella C-D rainan W pohjapuolen (ulkopuolen) lämpötilaa  $T_1$  hyvin  
jyrkästi nostetaan niin, että lämpötilaero  $\Delta T_2$  kasvaa huomattavasti  
25 pisteeseen D mentäessä. Tämän jälkeen rainan W molempien pintojen läm-  
pötilaero nopeasti tasaantuu pisteen D jälkeen.

Kuviossa 5B on esitetty kuviota 5A vastaavassa tilanteessa veden höy-  
rystyminen/kondensaatio rainasta/rainaan W. Alueella B-C tapahtuu huo-  
30 mattavaa veden höyrytymistä rainasta W, mikä vastaa kuviossa 5A vas-  
taavalla alueella esitettyä lämpötilan laskua. Höyrylaatikon 30 vaiku-  
tusalueella C-D tapahtuu voimakasta veden kondensoitumista rainaan W,  
minkä jälkeen tapahtuu taas veden höyrytymistä rainasta W.

35 Kuvion 5B mukaisesti on pisteen C jälkeen vesihöyryn lauhtuminen maksi-  
maalisesti luokkaa  $1 \text{ g/m}^2$  paperin alapintaan ainakin paikallisesti. Näin

voidaan korjata suuriakin kosteusprofiilivirheitä poikkisuunnassa ja samalla relaxsoidaan kosteuden ja lämmön sekä lämpötilagradientin ( $\Delta T_2$ ) avulla paperiin ja varsinkin sen pintaan jo syntyneitä jännityksiä.

- 5 Seuraavassa esitetään patenttivaatimukset, joiden määrittelemän keksinnöllisen ajatuksen puitteissa keksinnön eri yksityiskohdat voivat vaihdella ja poiketa edellä vain esimerkinomaisesti esitetystä.

## Patenttivaatimukset

1. Menetelmä paperikoneen kuivatusosalla, etenkin paperin käyristymis-  
taipumuksen vähentämiseksi, jossa menetelmässä paperirainaa (W) kuiva-  
5 taan kuivatussylintereillä (10,20; 10A,10B), joiden kuumennettua pintaa  
vasten paperirainaa (W) painetaan kuivatusviiralla (11,21, 11A,11B), ja  
jossa kuivatusosassa käytetään kuivatussylinteriryhmiä ( $R_1, R_2 \dots$ ), jois-  
sa sovelletaan kaksiviiravienttiä (kuvio 3) ja/tai yksiviiravienttiä  
(kuviot 1 ja 2), t u n n e t t u siitä, että kuivatusosalla paperi-  
10 rainan (W) olennaisesti koko leveydelle syötetään kuumaa vesihöyryä,  
jolla paperirainan (W) kuidukkoon syntyneitä tai syntymään pyrkiviä  
jännityksiä relaksoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden synty-  
alueella tai olennaisesti välittömästi sen jälkeen.
- 15 2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä,  
että mainitulla höyrykäsittelyllä lisäksi hallitaan paperirainan (W)  
poikittaista käyristymä- ja/tai kosteusprofiilia.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
20 siitä, että mainittu höyrykäsittely kohdistetaan paperirainan avoimeen  
pintaan sen kulkiessa imutelan tai -sylinterin (18,28,22) imusektoril-  
la, jolla vallitsevalla imulla edistetään höyrykäsittelyn tunkeutumista  
paperirainaan (W) sen paksuussuunnassa.
- 25 4. Jonkin patenttivaatimuksen 1-3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
siitä, että höyrykäsittelyä käytetään ainakin pääasiallisesti kuiva-  
tusosan loppupäässä, sopivimmin alueella, jossa paperirainan (W) kuiva-  
ainepitoisuus ( $k_a$ ) on alueella  $k_a = 70 \dots 98 \%$ , etenkin alueella  
 $k_a = 80 \dots 95 \%$ .
- 30 5. Jonkin Patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u  
siitä, että menetelmää sovelletaan sellaisessa kuivatusosassa, jossa  
sen kaikki yksiviiravienttiryhmiä ovat "normaaleja" ryhmiä, joissa kui-  
vatussylinterit ovat ylärivissä ja kääntötelat tai -sylinterit (22)  
35 alarivissä, jolloin paperihylky on poistettavissa suoraan kuivatus-  
sylinterien (20) alla olevien avoimien välitilojen ( $T_1$ ) kautta.

6. Jonkin patenttivaatimuksen 1-4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että menetelmää sovelletaan kaksiviiravientialueella, sopivimmin sylinteririvien välisillä paperirainan (W) vapailla vedoilla ( $W_p$ ) paperirainan (W) yhdeltä tai molemmilta (kuvio 3) puolilta.

7. Jonkin patenttivaatimuksen 1-6 mukaisen menetelmän toteuttamiseen tarkoitettu paperikoneen kuivatusosa, joka käsittää yhden, tai sopivimmin useita peräkkäisiä kuivatusryhmiä, jotka koostuvat kuivatussylintereistä (10A,10B;10,20) ja viiranjohtoteloista (12A,12B) ja/tai kääntösyylintereistä (12,22) ja jossa kuivatusosassa käytetään yksiviiravientia (kuviot 1 ja 2) ja/tai kaksiviiravientia (kuvio 3), t u n n e t t u siitä, että kuivatusosalle on sijoitettu yksi tai useampi höyrynsyöttölaatikko (30;30A,30B;30C,30D), jotka/joka ulottuu höyrykäsiteltävän paperirainan (W) olennaisesti koko poikittaiselle leveydelle ja joka höyrylaatikko/höyrylaatikot on yhdistetty höyrylähteeseen (50) ja että höyrylaatikko/höyrylaatikot käsittävät vastepinnan (32), joka muodostaa sen tuntumassa kulkevan paperirainan (W) vapaan pinnan kanssa kosketuksettoman höyrykäsittelevälin (31;31C,31D).

20

8. Patenttivaatimuksen 7 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että höyrylaatikkoon (30)/höyrylaatikoihin on sovitettu säätölaitteet (38,39,39A), joilla hallitaan lohkoittain ( $40_1...40_N$ ) höyrylaatikon syöttämän höyryn määrää paperirainan (W) poikittaisen profiilin säätöä varten.

25

9. Patenttivaatimuksen 7 tai 8 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että mainittu höyrylaatikko (30)/höyrylaatikot (30A,30B) on sijoitettu yksiviiravientialueelle imukääntösyylinterin (22) imuvyöhykkeelle siten, että mainitun imukääntösyylinterin (22) sisätiloissa vallitseva alipaine edistää höyryn käyttöä paperin hyvän tuennan ansiosta.

30

10. Jonkin patenttivaatimuksen 7-9 mukainen kuivatusosa, t u n n e t t u siitä, että yksi tai useampi höyrylaatikko (30,30A,30B) on sovitettu kuivatusosan ryhmäväliin paperirainan (W) johtotelaa tai teloja (18,28) vasten (kuvio 1).

35



11. Jonkin patenttivaatimuksen 7-10 mukainen kuivatusosa, t u n -  
n e t t u siitä, että kuivatusosa on muodostettu useista yksiviira-  
vientiryhmistä, sopivimmin pelkästään yksiviiravientiryhmistä, ja että  
5 mainittuina yksiviiravientiryhminä ovat "normaalit" yksiviiraryhmät,  
joissa kuivatussyylinterit (20) ovat ylärivissä ja kääntösyylinterit,  
sopivimmin imukääntösyylinterit (22), ovat alarivissä ja että imukään-  
tösyylinterien (22) ja/tai viiranjohtotelojen yhteyteen on sovitettu  
yksi tai useampia höyrynsyöttölaatikoita (30;30A,30B).
- 10
12. Jonkin patenttivaatimuksen 7-11 mukainen kuivatusosa, t u n -  
n e t t u siitä, että kuivatusosa käsittää yhden tai useampia kaksi-  
viiraryhmiä (kuvio 3) ja että yksi tai useampi höyrylaatikko (30C,30D)  
on sovitettu kohdistamaan höyrykäsittely paperirainaan (W) sen kulkies-  
15 sa vapaana vetona ( $W_p$ ) sylinteririviltä toiselle ja että mainittu höyry-  
käsittely kohdistetaan mainituilla vapailla vedoilla ( $W_p$ ) paperirainan  
(W) toiselta puolelta tai molemmin puolin (kuvio 3).

(57) Tiivistelmä

Keksinnön kohteena on menetelmä ja laite paperikoneen kuivatusosalla, etenkin paperin käyristymistäipumuksen vähentämiseksi. Paperirainaa (W) kuivataan kuivatussylintereillä (10,20;10A,10B), joiden kuumennettua pintaa vasten paperirainaa (W) painetaan kuivatusviiralla (11,21,11A,11B). Kuivatusosassa käytetään kuivatussylinteriryhmiä ( $R_1, R_2 \dots$ ), joissa sovelletaan kaksiviiravientä (kuvio 3) ja/tai yksiviiravientä (kuviot 1 ja 2). Kuivatusosalla paperirainan (W) olennaisesti koko leveydelle syötetään kuumaa vesihöyryä, jolla paperirainan (W) kuidukkoon syntyneitä tai syntymään pyrkiviä jännityksiä relaxoidaan lämmön ja kosteuden avulla niiden syntyalueella tai olennaisesti välittömästi sen jälkeen. Höyrykäsittelyllä on lisäksi hallittavissa paperirainan (W) poikittainen käyristymä- ja/tai kosteusprofiili.



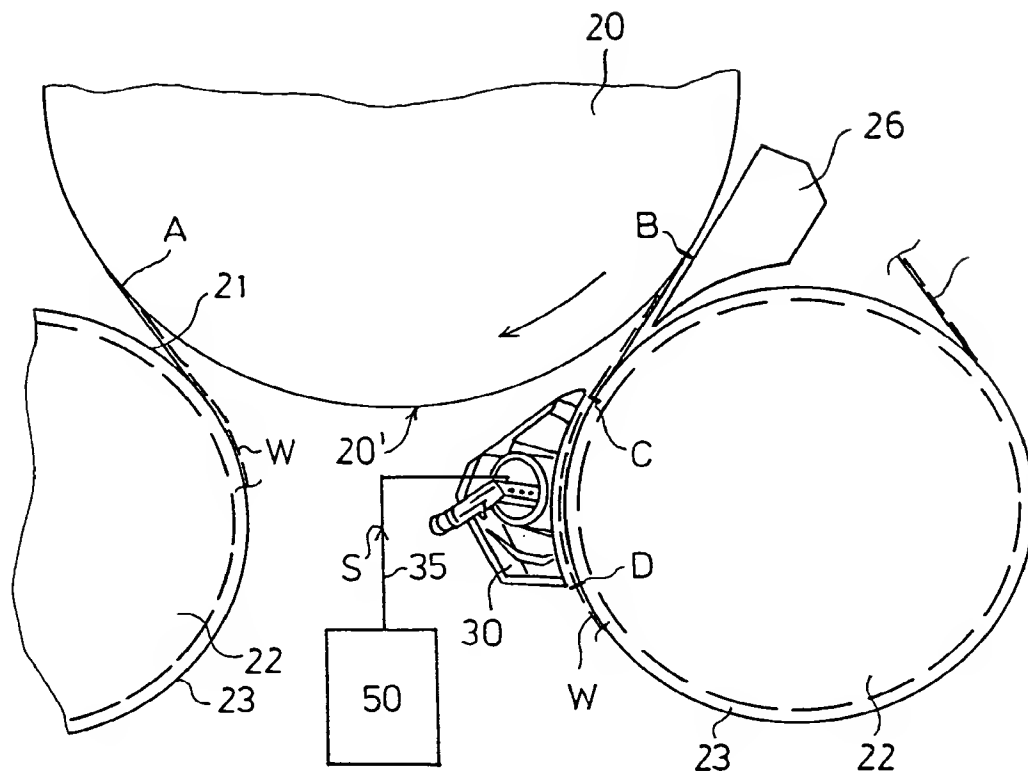


FIG. 2

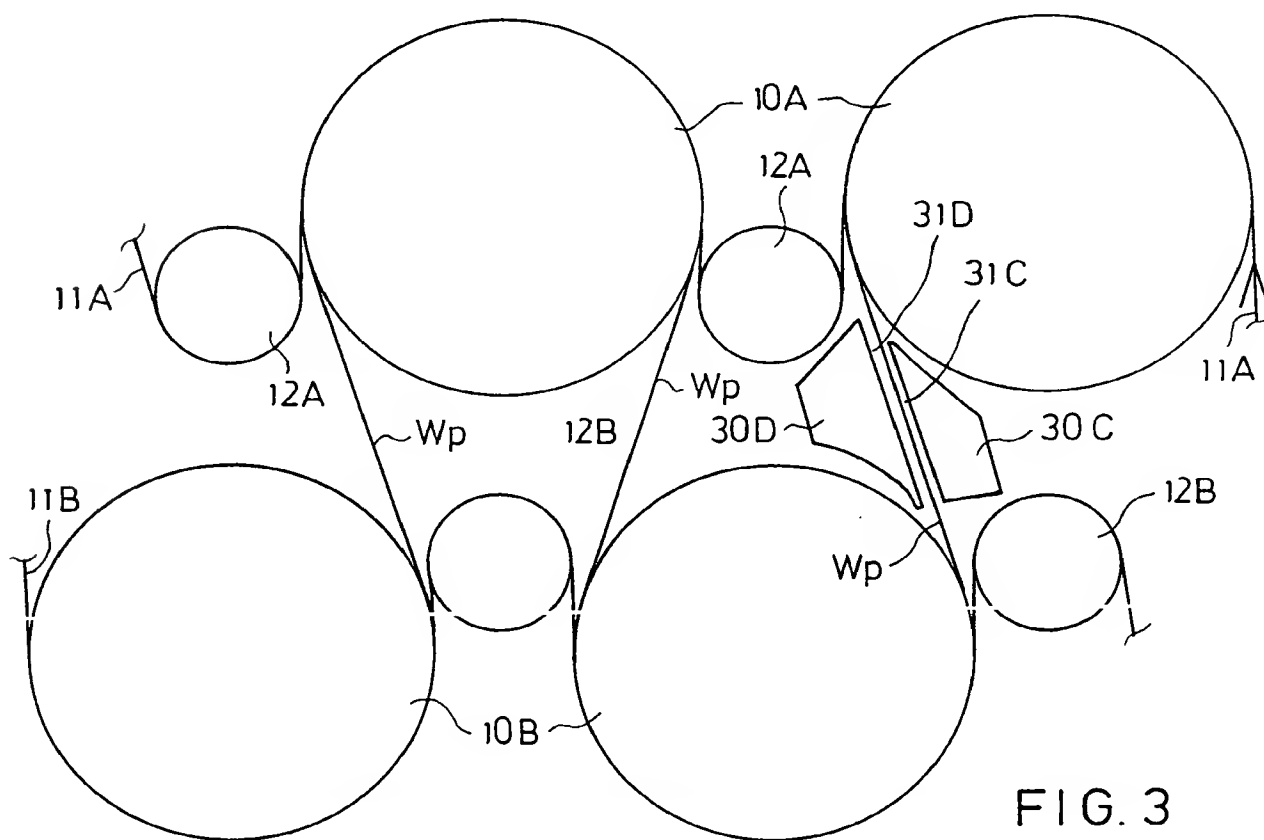
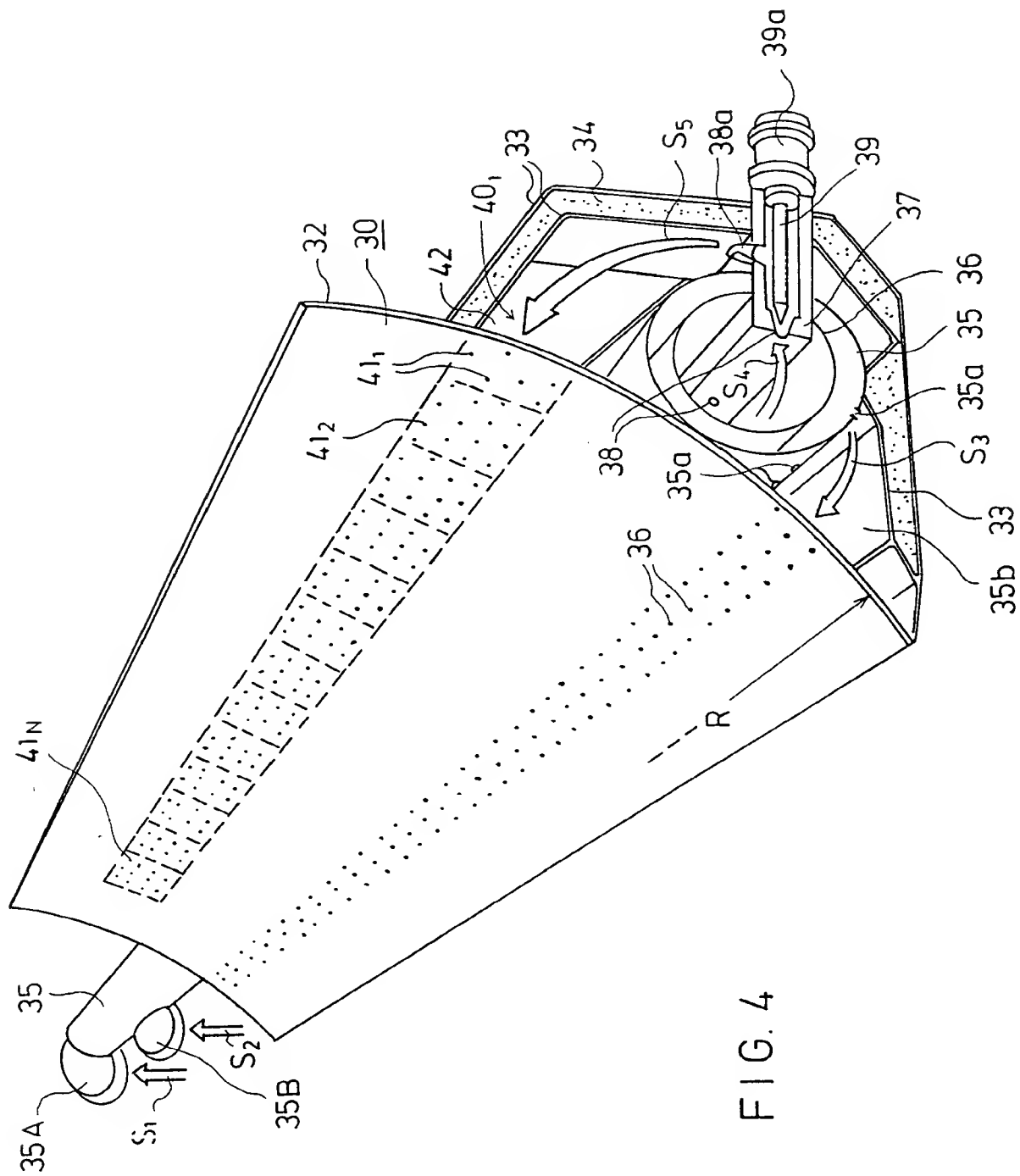


FIG. 3



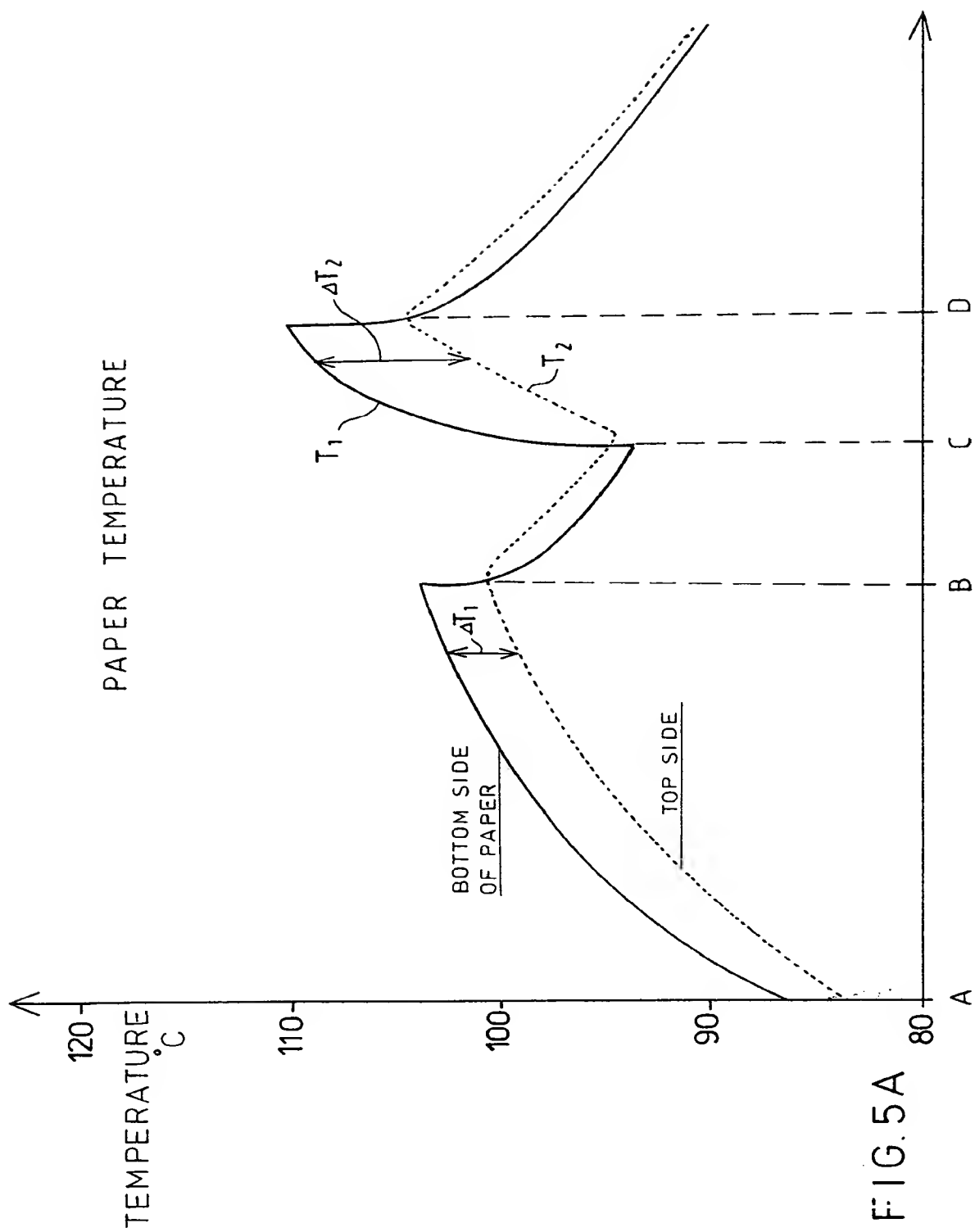


FIG. 5A

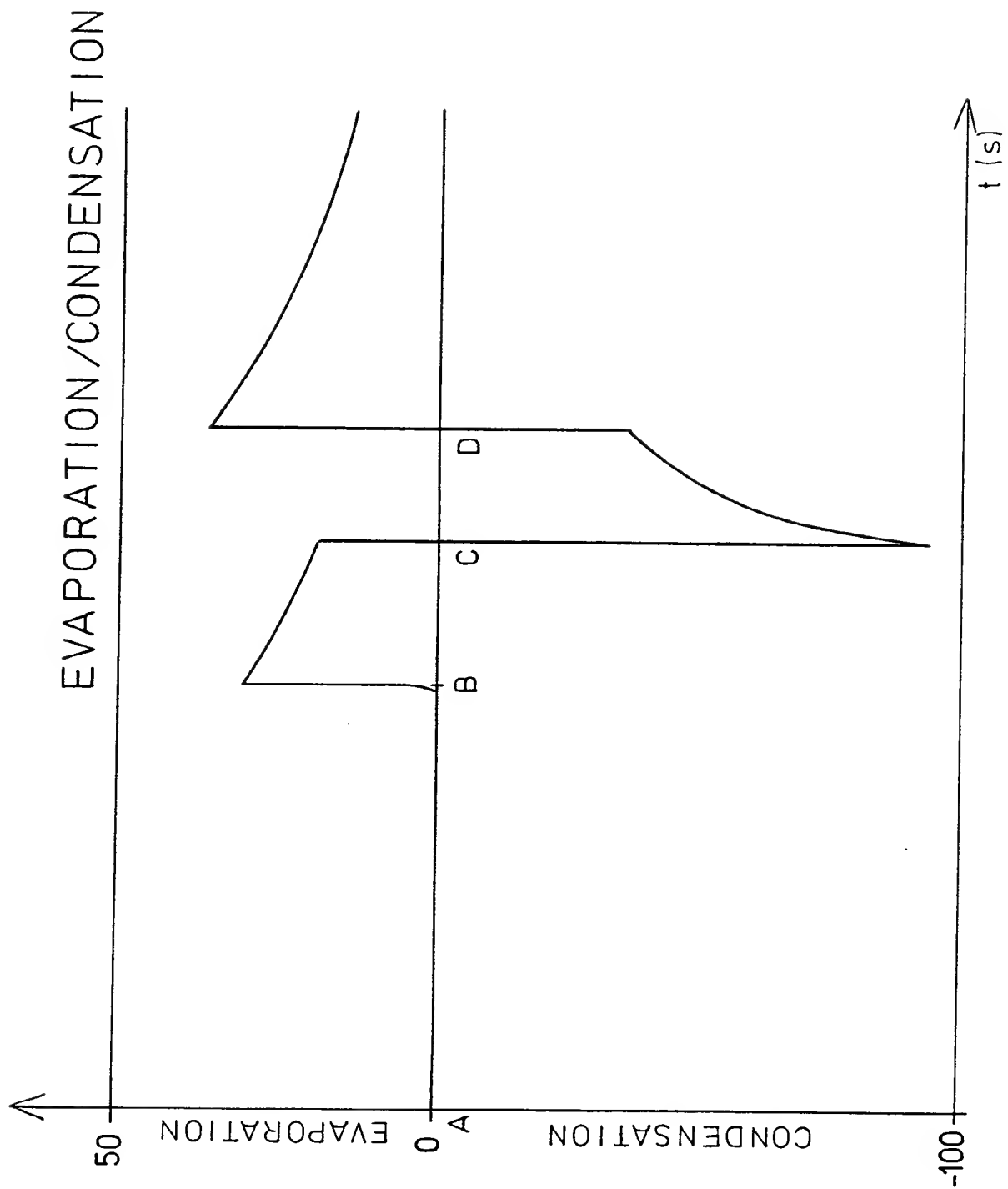


FIG. 5B



## DECLARATION

UNDERSIGNED, Sworn Translator duly examined and admitted by the Finnish Ministry of Justice for translation from the Finnish to English language,

HEREBY solemnly declares that the attached documents in English are true and faithful translations of documents appearing in the case of a patent application filed in Finland on December 17, 1990 in the name of VALMET PAPER MACHINERY INC.

AND I MAKE this solemn declaration, conscientiously believing same to be true.



Valantehnyt kielenkääntäjä  
Edsvuren translator  
**SEPPO LINDSTRÖM**  
Sworn translator  
Vereldigter Übersetzer





Method in the drying section of a paper machine and a drying section that makes use of the method, for reduction of curling of paper

5

The invention concerns a method in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper, in which method the paper web is dried on drying cylinders, against whose heated faces the paper web is pressed by means of a drying wire, and in which drying section groups of drying cylinders are used, in which twin-wire draw and/or single-wire draw is/are applied.

10

Further, the invention concerns a drying section of a paper machine intended for carrying out the method of the invention, comprising one, or preferably several subsequent drying groups, which consist of drying cylinders and of wire guide rolls and/or leading cylinders and in which drying section single-wire draw and/or twin-wire draw is/are applied.

15

As is known in prior art, in the drying section of a paper machine, single-wire draw and/or twin-wire draw is/are applied. Single-wire draw, in which the drying wire also supports the web on the draws between the rows of cylinders, is usually employed in the initial part of the drying section. Single-wire draw may also be used over the entire length of the drying section.

20

Recently, such drying sections provided with single-wire draw have become common in which the upper or lower cylinders are steam-heated drying cylinders against which the web is placed in direct contact pressed by the drying wire, and in which the lower or upper cylinders are cylinders provided with internal suction, for example the applicant's so-called "VAC-ROLL" cylinders (" " = trade mark), through whose perforated mantle the effect of negative pressure is applied from the interior of the leading cylinder to the grooves passing around the cylinder mantle. By means of said effect of negative pressure, the web is kept in contact with the drying wire when the web is placed at the side of the outside curve on the leading cylinders. At the same

25

30

time, attempts are made to prevent transverse shrinkage of the web as the drying makes progress.

Typically, in a multi-cylinder dryer, there are 5 to 8 wire groups, and the groups placed in the initial end of the drying section are normally shorter than the groups placed in the final end.

In respect of the prior art most closely related to the present invention, reference is made to the FI Pat. Appl. 793920, to the FI Published Patent Application 70,277, and to the DE Patent 1,183,775. In these publications, various devices for profiling of the moisture content in a paper web are described, which devices are, however, not employed for the control of anisotropy in the direction of thickness of paper nor for the control of the tendency of curling.

As is well-known, the lateral portions of a paper web become dryer than the middle portion of the web in the drying section of a paper machine. This flaw of moisture profile is commonly corrected after said principal drying stage either by drying the middle area additionally by means of infrared radiators divided in zones or by moistening the edges by means of water spraying in zones. Both of these prior-art modes increase the relative slackness of the edges in relation to the middle portion.

The tension profiles of paper in the transverse direction and in the thickness direction depend on the moisture profiles of the paper. On the other hand, the tension of paper on drying has an effect on the properties of the paper. When the moisture profile of paper is affected, e.g., during drying, the properties of the paper are also altered at the same time. The properties of paper, for example tensile strength, are developed extensively at a dry solids content of about 75...98 %. Thus, the tension profiles, especially at the final stage of the drying, have a great importance in view of the ultimate properties of the paper.

When a paper machine dries the web unevenly in its transverse direction, this causes, among other things, uneven tension in the web. An uneven tension profile means, for

example, that the edge of the paper web produced by the paper machine is slacker than the middle portion of the web, which is a common situation. By means of measurements, it has been found that, in the transverse profile of tension, peaks and valleys, i.e. tighter and slacker zones, also occur in the middle portions of the web.

5

In the stages of web treatment after the paper machines, unevenness of the tension profile in the web may produce remarkable handling and running problems, e.g., in the control of the structure of the reel for the customer, in formation of wrinkles, as breaks, and as problems of alignment in a printing machine.

10

The slack edge of a paper web can be explained by means of three well-known factors: firstly, in a conventional cylinder drying group, the edges of the web dry more quickly than the middle of the web; secondly, the water-swollen fibres and the paper web shrink when the drying makes progress. This shrinkage is particularly  
15 intensive in the range of dry solids content of about 65...95 %; thirdly, the deformation of paper when moist is primarily plastic, whereas the force-elongation behaviour of a paper of higher dryness is largely elastic. Thus, a deformation produced in moist paper, such as stretching, mostly remains permanent, whereas a stretching in a paper of higher dryness is largely restored, being lost when the force is gone.

20

Curling of paper is one of its negative quality factors. Reducing the tendency of curling of paper, in particular of fine paper, has become more and more important along with new printing and copying methods, in which the paper is heated suddenly, as a rule from one side, so that any internal strains that may have remained in the  
25 paper out of different reasons are discharged in the form of its curling. The tendency of curling of paper is affected both by the anisotropies in the different properties of the structure of the paper, such as fibre orientation, filler distribution, and density, and by anisotropies produced in the paper during drying, both in the direction of the plane of the paper and in the z-direction.

30

It is a drawback of the drying groups with single-wire draw described above that they do not dry the paper symmetrically, but the drying effect is applied more extensively

to the face of the paper that reaches direct contact with the heated drying cylinders. Owing to this asymmetric drying, recently such drying groups with single-wire draw have been introduced in which certain groups, for example every second group, are so-called inverted groups, in which the steam-heated drying cylinders are in the lower row and the leading cylinders are in the upper row. However, in the inverted groups, difficulties occur in the removal of broke, because the free sectors of the drying cylinders are not opened downwards, as they are in normal groups, but they form pockets that are closed at the bottom. In said inverted groups, problems are also caused by the ventilation of the spaces that remain in the gaps between the leading cylinders as well as by the differences in pressure in the narrowing wedge spaces placed in connection with the free faces of drying cylinders, in relation to the environments of said wedge spaces.

One factor that has a substantial effect on the curling of paper is one-sided drying of the paper. In drying sections provided with the traditional twin-wire draw, the web can be dried at the same rate from both sides, and the uniformity of drying can be affected, and the tendency of curling of paper be prevented, by regulating the steam pressures in the upper and lower cylinders. By means of the new concept of dryer with single-wire draw, said drying at the same rate and said possibility of regulation cannot be accomplished. Attempts are made to prevent unequalsidedness of the drying by means of the inverted drying groups, in which the above problems of cleaning, however, deteriorate the running quality of the paper machine.

In connection with calendering, it is known in prior art to employ steam spraying applied to the paper, whose effect is based on relaxing of the strains in the paper fibres by the effect of heat and moisture. In the calendering stage, it is, however, no longer possible to eliminate the tendencies of curling of paper in all cases sufficiently efficiently.

The general object of the present invention is to provide novel solutions for the problems discussed above.

It is a particular object of the invention to provide such a method for paper manufacture and such a drying section for a paper machine by whose means it is possible to manufacture a paper of higher dimensional stability more favourably than in prior art.

- 5 It is a further object of the invention to provide a method and a drying section of a paper machine in which it is also possible to perform profiling of the paper in the machine direction and in the transverse direction more favourably than in prior art.

Another further object of the invention is to act favourably upon the tension profile  
10 of the paper that is being produced. In respect of a more detailed explanation of these matters, reference is made to the applicants FI Patent Application No. 902805 of earlier date (filed June 5, 1990).

A non-indispensable further object of the invention is to provide a method that  
15 contributes to the providing of a drying section provided with single-wire draw in which there are no inverted wire groups nor broke-handling or ventilation problems occurring in such groups. However, it should be emphasized that the above does not mean that the invention could not be applied to inverted single-wire groups as well.

20 In view of achieving the objectives stated above and those that will come out later, the method of the invention is mainly characterized in that in the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web, by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web are relaxed by means of heat and moisture in the area of their  
25 formation or substantially immediately thereafter.

On the other hand, the drying section in accordance with the invention is mainly characterized in that, in the drying section, one or several steam supply boxes is/are fitted, which extend(s) substantially across the entire transverse width of the paper  
30 web to be steam-treated, and which steam box/boxes communicate(s) with a steam source, and that the steam box/boxes comprise(s) a counter-face, which, together with the free face of the paper web that runs at its proximity, forms a contact-free

steam-treatment gap.

In the invention, the relaxation of the paper is based on an equalization of the properties of the web so that a controlled change is performed in the properties of the paper web (in a way similar to annealing), whereby the paper is regulated to higher  
5 uniformity. In the solution in accordance with the invention, this controlled change is carried out by means of moisture and temperature.

By means of the invention, the "flaws" that produce the tendency of curling of paper  
10 are corrected in the area of their formation or substantially immediately thereafter, in which case the correction can be made more advantageously and more efficiently.

The invention can be favourably combined with profiling of the paper, in particular with the control of the transverse curling profile and of the moisture profile, so that  
15 the paper can be made to run through the drying section as of substantially uniform curling and moisture profiles, in which case the drawbacks arising from uneven tensions in the web can also be avoided (see the applicant's said FI Pat. Appl. 902805).

20 It is particularly advantageous to place the steam box employed in the invention in a position in which the paper web to be steam-treated runs over a suction sector of a suction cylinder or suction roll.

By means of the water-steam treatment in accordance with the present invention, the  
25 anisotropy in the thickness direction of the web is controlled as a continuous process by, by means of steam treatment, producing a specified temperature and moisture level in the paper or in its surface so that adequate relaxation occurs in the paper.

In the following, the invention will be described in detail with reference to some  
30 embodiments of the invention illustrated in the figures in the accompanying drawing, the invention being in no way strictly confined to the details of said embodiments.

Figure 1 is a schematic side view of a part of the drying section of a paper machine in which the method and the device in accordance with the invention are applied.

Figure 2 shows an application of the method of the invention in single-wire draw.

5

Figure 3 shows an application of the method of the invention in twin-wire draw.

Figure 4 is an axonometric view of a steam box that can be applied in the invention.

10 Figure 5A is a graphic illustration of an example of the distribution of temperature on the top face and bottom face of the paper in the areas between the points A,B,C and D, which are indicated in Fig. 2.

15 Figure 5B is an illustration corresponding to Fig. 5A of evaporation and condensation taking place in the paper in said areas A...D.

Fig. 1 illustrates the area of the gap between the drying groups  $R_1$  and  $R_2$  in a multi-cylinder dryer of a paper machine. The first group  $R_1$  is a so-called inverted cylinder group, in whose intermediate spaces  $T_0$ , which are closed at the bottom, problems of broke handling and moisture removal occurred in prior art. The latter group  $R_2$  is a so-called normal group, in which the drying cylinders 20 are placed in the upper row. In the former group  $R_1$ , a drying wire 11 is employed, which runs meandering over the drying cylinder 10 and the leading cylinder 12 so that the web W reaches direct contact with the heated faces 10' of the drying cylinders 10. The drying  
20 cylinders 10 are placed in the lower row and the leading cylinders 12 in the upper row. The leading cylinders 12 are suction cylinders provided with perforated grooved mantles 13, for example cylinders marketed by the applicant under the trade mark "VAC-ROLL".

25 Doctor 14 blades 15 operate against the smooth faces 10' of the drying cylinders 10. In view of ventilation of the intermediate spaces  $T_0$ , air is blown into said spaces-out of blow pipes 17. Moreover, in the inlet nips  $N+$ , blow devices 16 are employed, by

whose means induction of pressure is reduced or prevented in said nips  $N+$ . In the group gap  $R_1$ - $R_2$ , after the guide roll 18, the web  $W$  is transferred from the wire 11, in the transfer area  $NS$ , onto the guide roll 28. In the group  $R_2$ , the web  $W$  to be dried is guided, on support of the drying wire 21 guided by the guide roll 29, over  
 5 the drying cylinders 20 and the suction cylinders 22. In the group  $R_2$ , there are doctors 24 provided with blades 25 as well as blow boxes 26 and 27. Since the intermediate spaces  $T_1$  underneath the cylinders 20 are opened downwards, there are no broke handling problems in a "normal" group  $R_2$ .

10 Above, a drying section in itself known has been described as a background and environment of application for the present invention.

In Fig. 1, to be used in the draw in the group gap  $R_1$ - $R_2$  both in connection with the guide roll 18 of the drying wire 11 in the inverted group  $R_1$  and in connection with  
 15 the guide roll 28 in the normal group, steam boxes 30A and 30B are shown, through whose treatment gap 31 a steam treatment in accordance with the invention, which has an adjustable transverse profile and which relaxes the strains, is applied across the entire width of the web  $W$ , which steam treatment will be described in more detail later.

20

Fig. 2 shows an application of a steam box 30 in accordance with the invention to single-wire draw in connection with a suction cylinder 22. In accordance with the invention, a steam box is fitted in connection with the suction cylinder, by means of which steam box a steam treatment is applied to the entire width of the web  $W$ , by  
 25 means of which steam treatment, by means of heat and moisture (compare the effect of a steam-iron), strains that tend to be formed in the web  $W$  are relaxed. At the same time, the steam box 30 can be used for the control of the transverse curling profile and moisture profile in the web  $W$  so that the web  $W$  proceeds through the whole drying section with maximally uniform profiles so that differences in tensions  
 30 do not arise.

The suction cylinder 22 that is used is preferably a cylinder marketed by the applicant



under the trade mark "VAC-ROLL", whose mantle is provided with perforations, which are opened into grooves 23 that pass around the cylinder 22 mantle. In the interior of the cylinder 22, a negative pressure is produced, which is spread onto the circumference of the cylinder through the perforations and grooves in the mantle.

5 This negative pressure can, for its part, to some extent, promote the penetration of the steam treatment by the steam box 30 into the web in the direction of thickness. In Fig. 2, the block 50 is a schematic representation of steam generation means, from which a steam flow S is passed through the pipe 35 into the steam box 30.

10 In a preferred embodiment of the invention, a drying group is accomplished in which, as groups with single-wire draw, exclusively so-called normal groups are used, in which the heated drying cylinders, against whose faces the web W is in direct contact, are placed in the upper row, as is the case in Fig. 1 in respect of the cylinders in the group  $R_1$ .

15

Fig. 3 shows an application of the invention to an area with twin-wire draw. As is shown in Fig. 3, the drying section comprises two rows of steam-heated drying cylinders 10A and 10B placed one row above the other as well as an upper wire 11A and a lower wire 11B. The wires 11A and 11B are guided by guide rolls 12A and 12B placed in the gaps between the cylinders 10A, 10B, so that the web W has free draws  $W_p$  between the rows of cylinders. On these free draws, according to Fig. 3, two steam boxes 30C and 30D are placed, by whose means the web W is steam-treated across its entire width from both sides in accordance with the invention through the contact-free treatment gaps 31C and 31D.

25

With reference to Fig. 4, an exemplifying embodiment of a steam box 30 applied in the invention will be described. The steam box 30 comprises a counter-plate 32, whose curve radius R corresponds to the curve radius of the cylinder 12;22 or roll 18;28 against which said steam box 30 is placed to operate. The steam box 30 is provided with a box part 33 attached to the counter-plate 32 and fitted with thermal insulation 34. Into the steam box 30, steam at a suitable temperature is introduced by the intermediate of the connections 35A and 35B through the inlet pipe 35 in the

30

directions of the arrows  $S_1$  and  $S_2$ . Inside the pipe 35, there is a coaxial second pipe 36, into which the connection 35B (steam  $S_2$ ) is opened. The outer pipe 35 is provided with a series of nozzle holes 35a, which are opened into the space 35b, which extends across the entire width of the steam box 30, and the steam ( $S_1$ ) supplied through the connection 35A is discharged in the direction of the arrows  $S_2$  into the space 35b and, out of said space, further through the numerous nozzle holes 36 in the counter-plate 32 to act upon the web W against its free outer face.

According to Fig. 4, through the nozzle holes 36, a basic supply of steam is carried out without transverse profiling. The transverse profiling of the steam supply is carried out by means of the steam (arrow  $S_2$ ) supplied through the inner pipe 36. In connection with the inner pipe 36, there is a regulation beam 37, which is provided with a series of nozzles 38. The nozzles are provided with regulation spindles 39, which are regulated by means of regulation screws or regulation motors 39a. Through the nozzles 38, by the intermediate of the connection 38a provided in the beam 37, adjustable quantities of steam are supplied in the direction of the arrows  $S_2$  through the regulation blocks  $40_1 \dots 40_N$  in the steam box. The regulation blocks 40 are separated from one another by vertical partition walls 42 placed in the machine direction. From the regulation blocks  $40_1 \dots 40_N$  the steam is fed through the series of nozzle openings  $41_1 \dots 41_N$  provided in the counter-plate 32 to act upon the adjacent web W. If necessary, the series of regulation motors 39a can be connected to a control system, preferably to a control system provided with a feedback arrangement, in which the series of feedback signals is received from devices (not shown) which are known in themselves and which measure property profiles of the web W, such as moisture profiles.

According to the principle of operation of the invention, by means of the steam box 30 or steam boxes, steam is fed onto the paper web W that is being dried, by means of which steam the distribution and gradients of the properties of the paper in the direction of thickness (z-direction) are affected. By means of the steam treatment, strains that arise or are about to arise in the web W can be relaxed in the area of their formation or immediately after said area, in which case the relaxation is particularly

efficient. Thus, the paper can be made less susceptible of curling when it is used, e.g., in a laser copier. At the same time, by means of the method and the device in accordance with the invention, the transverse curling and moisture profiles of the web can be equalized, which provides a more even drying result in the ultimate  
 5 drying as well as an improved operability of the machine, because web breaks, arising, for example, from differences in tightness, occur less frequently.

Steam boxes 30 in accordance with the invention can be placed as a necessary number along the drying section. The steam boxes in accordance with the invention  
 10 are most useful when employed in the final end of the drying section. The method and the device in accordance with the invention are particularly well suitable for use in the drying section in an area in which the dry solids content  $k_a$  of the web is in the range of  $k_a = 70...98\%$ , most appropriately in the range of  $k_a = 80...95\%$ . The invention is applied most appropriately in drying groups provided with single-wire  
 15 draw even though twin-wire draw and even two-sided applications are not excluded from the scope of the invention.

By means of the invention, it is favourably possible to accomplish a drying section in which, as groups with single-wire draw, only such "normal" groups are employed  
 20 in which the heated drying cylinders 20 constitute the upper row, in which case there are no ventilation or broke handling problems. For its part, the invention permits to accomplish such a drying section provided with fully closed draw in which the drying section is, over its entire length, accomplished by means of said "normal" groups with single-wire draw. Such a drying section is particularly advantageous in paper  
 25 machines of very high running speeds, in which a closed draw is particularly useful in view of the running quality of the paper machine.

Figs. 5A and 5B illustrate the effect of a  $110^\circ\text{C}$  steam on a  $50\text{ g/m}^2$  newsprint when the web  $W$  speed is  $1500\text{ m/min}$ .  
 30

Fig. 5A illustrates the temperature  $T$  of the paper web  $W$  in a steam treatment as shown in Fig. 2 in the area A...D on the cylinders 20 and 22. The curve  $T_1$  drawn

with full line represents the temperature of the bottom side of the paper, i.e. of the side that is in direct contact with the face 20' of the drying cylinder 20, and the curve  $T_2$  drawn with dotted line represents the temperature of the opposite side (top side). As comes out from the area A...B of the curves  $T_1$  and  $T_2$ , the temperature at the bottom side ( $T_1$ ) of the paper is higher than that at the top side ( $T_2$ ), the difference in temperature being denoted with  $\Delta T_1$ . In the area B...C, where the web W is transferred from the drying cylinder 20 onto the leading cylinder 22, the temperature  $T_1$  of the bottom side is lowered, because of the more intensive evaporation taking place from the free face of this side, i.e. from the face opposite in relation to the drying wire 21, more steeply than the temperature  $T_2$  of the opposite face. Thus, at the point C, where the beginning of the area of effect C...D of the steam box 30 in accordance with the invention is reached, which area is placed facing the perforated and grooved suction face 23 of the cylinder 22, the temperature  $T_1$  of the bottom side is somewhat lower than the temperature  $T_2$  of the top side (point C). Hereupon, in the steam treatment area C...D of the box 30, the temperature  $T_1$  of the bottom side (outer side) of the web W is raised very steeply, so that the difference in temperature  $\Delta T_2$  is increased considerably by the time the point D is reached. Hereupon, the difference in temperature between the two faces of the web W is equalized rapidly after the point D.

20

Fig. 5B shows evaporation/condensation of water from the web/into the web W in a situation corresponding to Fig. 5A. In the area B...C, considerable evaporation of water from the web W takes place, which corresponds to the lowering of temperature illustrated in Fig. 5A in a corresponding area. In the area of effect C...D of the steam box 30, intensive condensation of water into the web W takes place, which is again followed by evaporation of water from the web W.

25

As is shown in Fig. 5B, after the point C, the condensation of water steam is maximally of an order of  $1 \text{ g/m}^2$  into the bottom face of the paper, at least locally. In this way, it is possible to correct even large defects in the moisture profile in the transverse direction, and, at the same time, strains that have already been formed in the paper and in particular in its face are relaxed by means of moisture and heat as

30

well as by means of a temperature gradient ( $\Delta T_2$ ).

In the following, the patent claims will be given, and the various details of the invention may show variation within the scope of the inventive idea defined in said  
5 claims and differ from what has been stated above for the sake of example only.

## CLAIMS:

1. Method in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper, in which method the paper web (W) is dried on drying cylinders (10,20; 10A,10B), against whose heated faces the paper web (W) is pressed by means of a drying wire (11,21, 11A,11B), and in which drying section groups of drying cylinders ( $R_1, R_2, \dots$ ) are used, in which twin-wire draw (Fig. 3) and/or single-wire draw (Figs. 1 and 2) is/are applied, characterized in that in the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web (W), by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web (W) are relaxed by means of heat and moisture in the area of their formation or substantially immediately thereafter.
2. Method as claimed in claim 1, characterized in that by means of said steam treatment, additionally, the transverse curling profile and/or moisture profile of the paper web (W) is/are controlled.
3. Method as claimed in claim 1 or 2, characterized in that said steam treatment is applied to the open face of the paper web as it runs on a suction sector of a suction roll or cylinder (18,28,22), the penetration of the steam treatment into the paper web (W) in the direction of thickness being promoted by means of the suction present on said suction sector.
4. Method as claimed in any of the claims 1 to 3, characterized in that steam treatment is employed at least primarily in the final end of the drying section, most appropriately in an area where the dry solids content ( $k_a$ ) of the paper web (W) is in the range of  $k_a = 70 \dots 98 \%$ , in particular in the range of  $k_a = 80 \dots 95 \%$ .
5. Method as claimed in any of the claims 1 to 4, characterized in that the method is applied in a drying section in which all of its groups with single-wire draw are "normal" groups, in which the drying cylinders are placed in the upper row

and the leading rolls or cylinders (22) are placed in the lower row, in which case the paper broke can be removed directly through the open intermediate spaces (T<sub>i</sub>) placed underneath the drying cylinders (20).

- 5 6. Method as claimed in any of the claims 1 to 4, c h a r a c t e r i z e d in that the method is applied to an area with twin-wire draw, most appropriately to the free draws (W<sub>p</sub>) of the paper web (W) between the cylinder rows, from one side or from both sides (Fig. 3) of the paper web (W).
- 10 7. Drying section of a paper machine intended for carrying out the method as claimed in any of the claims 1 to 6, comprising one, or preferably several subsequent drying groups, which consist of drying cylinders (10A,10B;10,20) and of wire guide rolls (12A,12B) and/or leading cylinders (12,22) and in which drying section single-wire draw (Figs. 1 and 2) and/or twin-wire draw (Fig. 3) is/are applied, c h a r a c t e r i z e d in that, in the drying section, one or several steam supply boxes (30;30A,30B;30C,30D) is/are fitted, which extend(s) substantially across the entire transverse width of the paper web (W) to be steam-treated, and which steam box/boxes communicate(s) with a steam source (50), and that the steam box/boxes comprise(s) a counter-face (32), which, together with the free face of the paper web (W)
  - 15 that runs at its proximity, forms a contact-free steam-treatment gap (31;31C,31D).
  - 20
8. Drying section as claimed in claim 7, c h a r a c t e r i z e d in that the steam box (30)/steam boxes is/are fitted with regulation means (38,39,39A), by which the quantity of the steam supplied by the steam box is controlled by the block (40,...40<sub>N</sub>)
  - 25 for regulation of the transverse profile of the paper web (W).
9. Drying section as claimed in claim 7 or 8, c h a r a c t e r i z e d in that said steam box (30)/steam boxes (30A,30B) is/are placed in an area with single-wire draw on a suction zone of a suction-leading cylinder (22) so that the negative pressure prevailing in the interior spaces in said suction-leading cylinder (22) promotes the use
  - 30 of steam because of the good support of the paper.

10. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 9, characterized in that one or several steam boxes (30,30A,30B) is/are fitted in a group gap in the drying section, being placed against a guide roll or guide rolls (18,28) of the paper web (W) (Fig. 1).

5

11. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 10, characterized in that the drying section is composed of a number of groups with single-wire draw, most appropriately exclusively of groups with single-wire draw, and that said groups with single-wire draw are "normal" single-wire groups, in which the drying cylinders (20) are placed in the upper row and the leading cylinders, most appropriately suction-leading cylinders (22), are placed in the lower row, and that one or several steam supply boxes (30;30A,30B) is/are fitted in connection with the suction-leading cylinders (22) and/or with the wire guide rolls.

12. Drying section as claimed in any of the claims 7 to 11, characterized in that the drying section comprises one or several twin-wire groups (Fig. 3) and that one or several steam boxes (30C,30D) is/are fitted to apply the steam treatment to the paper web (W) as the web runs as a free draw ( $W_p$ ) from one row of cylinders to the other, and that said steam treatment is applied to the paper web (W) from one side or from both sides of the web on said free draws ( $W_p$ ) (Fig. 3).





(57) Abstract

The invention concerns a method and a device in the drying section of a paper machine, in particular for reduction of a tendency of curling of paper. The paper web (W) is dried on drying cylinders (10,20; 10A,10B), against whose heated faces the paper web (W) is pressed by means of a drying wire (11,21, 11A,11B). In the drying section, groups of drying cylinders ( $R_1, R_2, \dots$ ) are used, in which twin-wire draw (Fig. 3) and/or single-wire draw (Figs. 1 and 2) is/are applied. In the drying section, hot water steam is fed substantially onto the entire width of the paper web (W), by means of which steam tensions that have been formed or that tend to be formed in the fibre mesh in the paper web (W) are relaxed by means of heat and moisture in the area of their formation or substantially immediately thereafter. Moreover, by means of the steam treatment, the transverse curling profile and/or moisture profile of the paper web (W) can be controlled.